



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001155310 A

(43) Date of publication of application: 08.06.01

(51) Int. Cl

G11B 5/33

(21) Application number: 11336192

(22) Date of filing: 26.11.99

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: KUROE AKIO  
MURAMATSU SAYURI  
FUSAYASU KOJI  
MURATA AKIO

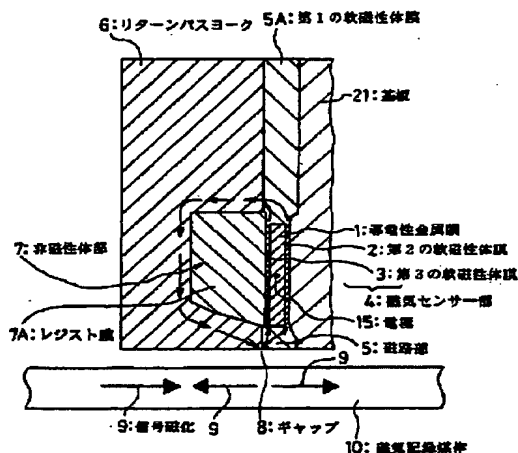
## (54) MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC REPRODUCING DEVICE

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a high frequency impedance type magnetic head which has high impedance and which is capable of efficiently detecting changes in impedance.

**SOLUTION:** In a ring-shaped magnetic head, a conductive metallic film 1 is interposed between soft magnetic films 2, 3, and part of a magnetic path is formed with the soft magnetic films 2, 3. The thickness of the film 3 is smaller than that of the film 2, and a pair of electrodes 15, 16 are provided which are connected to both ends of the conductive metallic thin film 1. To the electrodes 15, 16, there are connected an oscillator for applying a high frequency carrier signal current and a high frequency amplifier 19 having a detection circuit.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-155310

(P2001-155310A)

(43) 公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 1 1 B

5/33

G 1 1 B

5/33

審査請求

未請求

請求項の数 13

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-336192

(22) 出願日 平成11年11月26日(1999.11.26)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 黒江 章郎

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 村松 小百合

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100062926

弁理士 東島 隆治

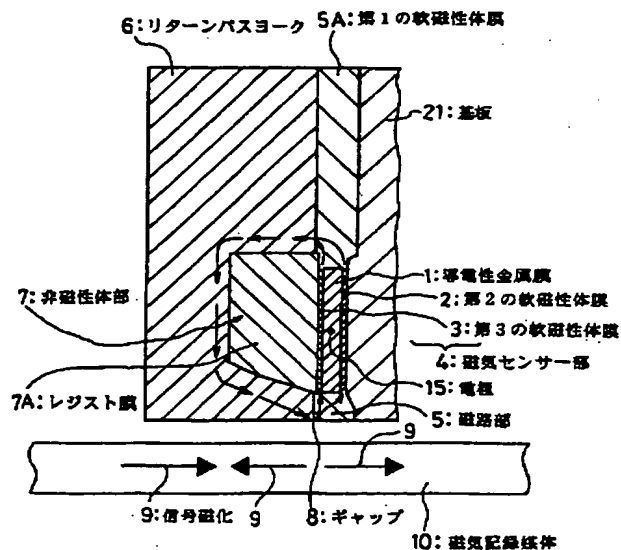
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド並びに磁気再生装置

(57) 【要約】

【目的】 高インピーダンスでかつインピーダンスの変化を効率的に検出できる高周波インピーダンス型磁気ヘッドを実現しようとするものである。

【構成】 軟磁性体膜2と3で導電性金属膜1を挟み込むように形成し、軟磁性膜2、3が磁路の一部を形成したリング型磁気ヘッドであって、前記軟磁性体膜3の厚みが前記軟磁性膜2の厚みより小さく、導電性金属薄膜1の両端に接続した1対の電極15、16を有する。前記電極15、16に高周波キャリア信号電流を印加する発振器と、検波回路を有する高周波増幅器19とを接続する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性体の基板上に形成した第1の軟磁性体膜、

前記基板上に、前記第1の軟磁性体膜の端部に接して形成した、第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第2の軟磁性体膜、

前記第2の軟磁性体膜の上に形成した導電性金属膜、

前記導電性金属膜の上に、端部が前記第1の軟磁性体膜に接するように形成した第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第3の軟磁性体膜、

前記基板上に、前記第2及び第3の軟磁性体膜のそれぞれの端部に接して形成され、前記第2及び第3の軟磁性体膜より厚みが厚い軟磁性体膜の磁路部、及び一端が非磁性の磁気ギャップ材を介して前記磁路部に対向し、他端が前記第1の軟磁性体膜に接し、中央部が前記第3の軟磁性体膜との間に非磁性体部を介して形成されたリターンパスヨークを有する磁気ヘッド。

【請求項2】 前記導電性金属膜に高周波キャリア信号電流を流し、前記高周波信号電流に直流電流を重畳させることにより、直流バイアス磁界を加えることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第2の軟磁性体膜の厚みが前記第3の軟磁性体膜の厚みより厚いことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項4】 前記非磁性体部に非磁性の導電性金属膜を形成し、前記導電性金属膜に直流バイアス磁界用の直流電流を加えることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項5】 前記非磁性体部に銅などの熱伝導率の良好な金属材料を設けたことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項6】 基板上に熱伝導性金属膜を形成し、前記熱伝導性金属膜の上に熱伝導性を有する誘電体膜を介して、前記第1及び第2の軟磁性体膜及び磁路部を形成したことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項7】 非磁性体の基板上に形成した第1の軟磁性体膜、

前記第1の軟磁性体膜の一部分を除去し、除去した領域（以下Z領域という）と残存する第1の軟磁性体膜の上に形成した、第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第2の軟磁性体膜、

前記Z領域内の第2の軟磁性体膜の上に形成した導電性金属膜、

前記導電性金属膜及び第2の軟磁性体膜の上に形成した第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第3の軟磁性体膜、

前記第3の軟磁性体膜上の一部分に形成したギャップ材の非磁性絶縁膜、

前記第3の軟磁性体膜の上の、前記Z領域に相当する部分に形成した非磁性体部、及び前記非磁性体部及び第3の軟磁性体膜の上に形成したリターンパスヨークとなる

軟磁性体膜を有する磁気ヘッド。

【請求項8】 前記Z領域に相当する部分に形成した非磁性体部が導電性金属膜であることを特徴とする請求項7記載の磁気ヘッド。

【請求項9】 前記第2の軟磁性体膜が第3の軟磁性体膜より厚いことを特徴とする請求項7記載の磁気ヘッド。

【請求項10】 基板上に第1の軟磁性体膜を形成する工程、

10 基板上に形成した第1の軟磁性体膜の一部を基板面までエッチングすることによって凹部を形成する工程、

前記凹部に第1に磁性体の厚みより薄い第2の軟磁性体膜を形成する工程、

前記凹部の第2の軟磁性体膜上に導電性金属膜を形成する工程、及び、

前記導電性金属膜を挟み込むように第3の軟磁性体膜を形成する工程を有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

20 【請求項11】 非磁性体の基板上に第1の軟磁性体膜を形成する工程、

前記第1の軟磁性体膜の一部分を除去する工程、

前記第1の軟磁性体膜を除去した領域（以下Z領域という）と残存する第1の軟磁性体膜の上に第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第2の軟磁性体膜を形成する工程、

前記Z領域内の第2の軟磁性体膜の上に導電性金属膜を形成する工程、

前記導電性金属膜及び第2の軟磁性体膜の上に第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第3の軟磁性体膜を形成する工程、

30 前記第3の軟磁性体膜上の一部分にギャップ材の非磁性絶縁膜を形成する工程、

前記第3の軟磁性体膜の上の、前記Z領域に相当する部分に非磁性体部を形成する工程、及び前記非磁性絶縁膜、非磁性体部及び第3の軟磁性体膜の上にリターンパスヨークとなる軟磁性体膜を形成する工程を有する磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記第2の軟磁性体膜の厚さを第3の軟磁性体膜の厚さより厚く形成することを特徴とする請求項11記載の磁気ヘッドの製造方法。

40 【請求項13】 請求項1～9のいずれかに記載の磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドによって記録されている信号が再生される記録媒体保持手段と、前記記録媒体上の指定された位置へ磁気ヘッドを位置決めするための位置決め手段と、を備えたことを特徴とする磁気再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、印加磁界により検出導体のインピーダンスが変化する、磁気インピーダンス効果を利用した磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを用いた磁気再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図9は電子情報学会技報MR95-80に報告されている、磁気インピーダンス効果(MI効果)を利用した従来の再生用磁気ヘッド(以下、MIヘッドという)61の斜視図である。図9の(a)において、MIヘッド61は、導電性金属薄膜からなる検出導体薄膜42を、磁気記録媒体53のトラック幅にほぼ等しい幅43の一对の軟磁性コア46、47によってはさみ磁気インピーダンス効果の検出部(以下、磁気検出部と記す)を形成している。一对の軟磁性コア46、47は、部分拡大図の(b)に示すように、それぞれパーマロイ膜44とSiO<sub>2</sub>膜45とを交互に積層した積層膜で形成されている。

【0003】MIヘッド61で磁気記録媒体53に記録されている信号磁化54を再生するときは、高周波発振器48よりUHF帯の高周波キャリア信号を抵抗49を介して検出導体薄膜42に印加して高周波電流50を流す。そして磁気インピーダンス効果により検出導体薄膜42の両端に接続した端子51及び端子52間に生じる電圧変化を検出する。軟磁性コア46、47の磁化容易軸の方向は、あらかじめ磁気記録媒体53の記録トラックの幅方向に配向されている。磁気記録媒体53に信号磁化54が存在しない場合には、端子51及び端子52間には、高周波電流50と検出導体薄膜42の両端子51、52間のインピーダンスとの積に等しい高周波キャリア信号の電圧が発生する。磁気記録媒体53に信号磁化54が存在する場合には、軟磁性コア46、47の磁化容易軸が信号磁化54によって、それぞれ予め配向されている方向からずれる。その結果、磁気インピーダンス効果により、検出導体薄膜42の両端子51、52間のインピーダンスが小さくなる。

【0004】この検出導体薄膜42のインピーダンスの変化により、高周波キャリア信号が磁気記録媒体53の信号磁化54によってAM変調されて検出される。この信号をAM検波することによって磁気記録媒体53の信号磁化54を読み出すことができる。この磁気インピーダンス効果による磁気記録媒体53の信号磁化54の検出感度は、磁気抵抗効果による検出感度に比べて非常に高い。磁気インピーダンス効果を利用するMIヘッドでは、現在開発が進められている磁気バブルを用いた既知のジャイアントMRヘッドに比べて約10倍の出力が得られる可能性がある。

【0005】図10は、前記のMIヘッド61に印加される磁界に対する高周波キャリア信号レベルの変化を示す特性曲線である。図10において、特性曲線56は、高周波キャリア信号の周波数を1GHzとして、上述のMIヘッド61をヘルムホルツコイルの中央部に置き、印加する直流磁界の強度を変化させて求めたものである。この特性曲線56によると、印加する磁界強度が零の近傍では、高周波キャリア信号レベルは緩やかに変化

している。磁界強度の変化に対して高い変調度で高周波キャリア信号を変調し、かつ歪みの少ない高周波キャリア信号を得るには、特性曲線56の直線状の部分を用いるようにバイアスする直流バイアス磁界55を与えるのが望ましい。前記のMIヘッドにおいては、直流バイアス磁界55を発生させるために直流電源58により直流電流を高周波キャリア信号電流に重畳させている。この直流電流を検出導体薄膜42に流すことにより直流磁界を発生させてバイアス磁界としている。

- 10 【0006】磁気インピーダンス効果による検出導体のインピーダンスの変化率は、検出導体に印加する高周波キャリア信号の周波数と軟磁性コアの透磁率の変化率との積に比例する。この検出導体のインピーダンスの変化率を大きくして検出感度を高くするために、従来のMIヘッドでは、前記のように軟磁性体コア46、47の材料として透磁率の変化の大きいパーマロイ膜44を使用し、高周波による渦電流の発生を防止するためにパーマロイ膜44と絶縁体としてのSiO<sub>2</sub>膜45を交互に積層した積層膜を用いている。さらに、高周波キャリア信号の周波数を数百MHz以上の高周波としている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】磁気記録の高密度化にともなってトラック幅が狭くなり、信号磁化54の強さが低下する。そのため前記従来の構成のMIヘッドでは感度が不足し、更に高感度のMIヘッドが必要となる。本発明は従来のものより更に高感度のMIヘッドを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

- 30 【0008】本発明の磁気ヘッドは、非磁性体の基板上に形成した第1の軟磁性体膜、前記基板上に、前記第1の軟磁性体膜の端部に接して形成した、第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第2の軟磁性体膜、前記第2の軟磁性体膜の上に形成した導電性金属膜、前記導電性金属膜の上に、端部が前記第1の軟磁性体膜に接するように形成した第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第3の軟磁性体膜、前記基板上に、前記第2及び第3の軟磁性体膜のそれぞれの端部に接して形成され、前記第2及び第3の軟磁性体膜より厚みが厚い軟磁性体膜の磁路部、及び一端が非磁性の磁気ギャップ材を介して前記磁路部に対向し、他端が前記第1の軟磁性体膜に接し、中央部が前記第3の軟磁性体膜との間に非磁性体部を介して形成されたりターンパスヨークを有する。

- 40 【0009】導電性金属膜に高周波電流を流すと、第2及び第3の軟磁性体膜で挟まれた導電性金属膜のインピーダンスが、外部磁界によって第1及び第2の軟磁性体膜を通る磁束によって変化する。このインピーダンス変化により高周波電流はAM変調される。このAM変調電流を検波することにより、外部磁界を検出することができる。上記の構成において第2及び第3の軟磁性体膜の厚みを第1の軟磁性体膜の厚みより小さくした場合高密
- 50

度記録信号を感度よく再生できた。

【0010】本発明の他の観点の磁気ヘッドは、非磁性体の基板上に形成した第1の軟磁性体膜、前記第1の軟磁性体膜の一部分を除去した領域（以下Z領域という）と残存する第1の軟磁性体膜の上に形成した、第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第2の軟磁性体膜、前記Z領域内の第2の軟磁性体膜の上に形成した導電性金属膜、導電性金属膜及び第2の軟磁性体膜の上に形成した第1の軟磁性体膜より厚みが薄い第3の軟磁性体膜、前記第3の軟磁性体膜上の一部分に形成したギャップ材の非磁性絶縁膜、前記第3の軟磁性体膜の上の、前記Z領域に相当する部分に形成した非磁性体部、及び前記非磁性絶縁膜、非磁性体部及び第3の軟磁性体膜の上に形成したリターンパスヨークとなる軟磁性体膜を有する。

【0011】基板上に形成した第1の軟磁性体膜の一部分を除去し、除去した領域に第2の軟磁性体膜、導電性金属膜及び第3の軟磁性体膜を形成したことにより、導電性金属膜を挟み込む第2及び第3の軟磁性体膜が形成される。この構成により、高周波電流が流れる導電性金属膜の外部磁界によるインピーダンスの変化から外部磁界を検出することができる。本発明の磁気ヘッドの製造方法は、基板上に第1の軟磁性体膜を形成する工程、基板上に形成した第1の軟磁性体膜の一部をイオンビームなどの手段によって基板面までエッチングすることによって凹部を形成する工程、前記凹部に第1に磁性体の厚みより薄い第2の軟磁性体膜を形成する工程、前記凹部の第2の軟磁性体膜上に導電性金属膜を形成する工程、及び、前記導電性金属膜を挟み込むように第3の軟磁性体膜を形成する工程を有する。この製造方法により、基板上に形成した第1の軟磁性体膜の一部をイオンビームなどでエッチングすることにより凹部が形成され、この凹部に第2及び第3の磁性体膜により導電性金属膜を挟み込む構成の磁気ヘッドが得られる。

【0012】本発明の他の観点の磁気ヘッドの製造方法は、非磁性体の基板上に第1の軟磁性体膜を形成する工程、前記第1の軟磁性体膜の一部分を除去する工程、前記第1の軟磁性体膜を除去した領域（以下Z領域という）と残存する第1の軟磁性体膜の上に第2の軟磁性体膜を形成する工程、前記Z領域内の第2の軟磁性体膜の上に導電性金属膜を形成する工程、導電性金属膜及び第2の軟磁性体膜の上に第3の軟磁性体膜を形成する工程、前記第3の軟磁性体膜上の一部分にギャップ材の非磁性絶縁膜を形成する工程、前記第3の軟磁性体膜の上の、前記Z領域に相当する部分に非磁性体部を形成する工程、及び前記非磁性絶縁膜、非磁性体部及び第3の軟磁性体膜の上にリターンパスヨークとなる軟磁性体膜を形成する工程を有する。この製造方法により、薄膜形成技術を用いて磁気ヘッドを製造することができ、製造コストが低減される。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図1から図8を参照して、本発明の好適な実施例について詳細に説明する。

【実施例1】図1は本発明の実施例1の磁気ヘッドの基本構成を示す断面図である。図1において、非磁性のセラミックであるNiTiMgの基板21の上に鉄、タンタル、窒素を含む合金（FeTa<sub>2</sub>N）の第1の軟磁性体膜5Aを形成する。第1の軟磁性体膜5Aの端部に接して、銅等の良導体の膜である導電性金属膜1をFeTa<sub>2</sub>Nの第2及び第3の軟磁性体膜2と3とで挟み込むように形成して磁気センサー部4を構成する。磁気センサー部4の図の下端部には、FeTa<sub>2</sub>Nの軟磁性体膜の磁路部5が設けられている。磁路部5は磁気ギャップ材8のSiO<sub>2</sub>膜を介してFeTa<sub>2</sub>Nの軟磁性体のリターンパスヨーク6に接している。磁気センサー部4の上端部は軟磁性体膜5Aを経てリターンパスヨーク6に接している。リターンパスヨーク6は、軟磁性体膜5Aの第3の軟磁性体膜3の側に設けられており、導電性金属膜1に相当する部分に非磁性体部7が設けられている。非磁性体部7としては、非磁性物質の例えばレジスト膜7Aが設けられる。リターンパスヨーク6と磁気センサー部4により、非磁性体部7を囲むリング状の磁路が形成されてリングヘッド型の磁気ヘッドが構成される。

【0014】図2は図1の右側面図である。図2において、前記導電性金属膜1の両端部に、それぞれ電極15及び16を設けている。電極15及び16につながる第1の対の電極端子13、14に、並列接続された定電流高周波発振器11とバイアス磁界発生用の直流電源20が抵抗12を介して接続され、直流電流を重畳した高周波電流（例えば1GHz）が導電性金属膜1に通電される。また第2の対の電極端子17、18には高周波増幅器19が接続されている。この状態で図1に示すように、磁気ヘッドを磁気記録媒体10上で走行させると、磁気記録媒体10の信号磁化9から発生する磁束が前記ギャップ材8の部分から磁気ヘッド内に流入する。磁束は前記導電性金属膜1の両側の軟磁性体膜2及び3を通り、軟磁性体膜5Aを経てリターンパスヨーク6に入って磁気記録媒体10の信号磁化9へ戻る閉ループを形成する。この時、主として前記導電性金属膜1の近傍の軟磁性体膜2及び3の高周波における透磁率が変化する。その結果、MI効果により導電性金属膜1のインピーダンスが磁気記録媒体から発生する信号磁化9の強度に応じて変化する。高周波電流はAM変調される。電極15及び16の両端に接続した高周波増幅器19によりAM変調電流による信号を増幅し検波することにより信号磁化9が検出される。磁路部5は、検出すべき信号磁化以外の磁化から発生する磁界をシールドするシールドコアの役目を果たす。

【0015】図3は本実施例の磁気ヘッドの具体例の寸法を示すための断面図である。前記導電性金属膜1の厚みT1は1から2μm、幅W1は4から6μmである。

好適には厚み $T_1$ は $1\mu\text{m}$ 、 $T_2$ は $5\mu\text{m}$ である。前記導電性金属膜1を挟み込むように形成した軟磁性体膜2及び3の厚み $T_2$ 及び $T_3$ は、それぞれ $60\text{nm}$ 以下及び $40\text{nm}$ 以下である。好適には、厚み $T_2$ は $50\text{nm}$ 以下、 $T_3$ は $35\text{nm}$ 以下である。また磁路部5の厚み $T_5$ は $1$ から $3\mu\text{m}$ であり、好適には $2\mu\text{m}$ である。非磁性体部7の左右方向の寸法 $T_7$ は $1$ から $3\mu\text{m}$ であり、好適には $2\mu\text{m}$ である。リターンパスヨーク6の厚み $T_6$ は $1$ から $3\mu\text{m}$ であり、好適には $2\mu\text{m}$ である。試験用の磁気記録媒体として、面記録密度が $1$ 平方センチ当たり $3.1$ ギガビットの $\text{CoCrPt}$ 系の磁性体を用い、前記ヘッドと磁気記録媒体の間隔を $100$ オングストロームとして、インダクティブ型リングヘッドを用いてあらかじめ記録した信号磁化を、本発明の前記磁気ヘッドで再生した。

【0016】上記具体例の磁気ヘッドについて、信号磁化の強さ $H$ と、信号磁化により生じた磁気ヘッド内の磁束密度 $B$ との関係を調べた結果を図4に示す。図4において、横軸は信号磁化の強さ $H$ を示し、縦軸は磁気ヘッドの軟磁性体膜2の磁束密度 $B$ を示す。図中の曲線（以下 $H-B$ 曲線という）では、信号磁界の強さ $H$ が強さ $H_2$ 程度までは磁束密度 $B$ も磁束密度 $B_2$ のように増加するが、それ以上になると磁束密度 $B$ の増加率は下がる。図2に示す直流電源20により、磁束密度 $B$ が磁束密度 $B_b$ となるようにバイアス磁界を与える。この状態で、信号磁界が強さ $H_1$ と強さ $H_2$ の間で変化すると、高周波増幅器19の入力電圧は電圧 $V_1$ と電圧 $V_2$ の間で変化して $AM$ 変調信号となる。入力電圧が電圧 $V_1$ と電圧 $V_2$ の間で変化するのは、以下の作用による。磁束密度 $B$ の変化にともなって、軟磁性体膜2及び3の磁化容易軸があらかじめ配向されている方向からずれる。その結果軟磁性体膜2及び3の透磁率が変化し、軟磁性体膜2及び3にはさまれた導電性金属膜1のインピーダンスが変化し、定電流の高周波発振器11から印加される高周波の電圧は変化する。発明者等による種々の実験の結果、図4に示すような形状の $H-B$ 曲線は、軟磁性体膜2及び3の厚さを $60\text{nm}$ 以下にしたときに得られる。軟磁性体膜2を軟磁性体膜3より厚くするのが望ましい。特に、軟磁性体膜2の厚みを $50\text{nm}$ 以下、軟磁性体膜3の厚みを $35\text{nm}$ 以下にすると、好適な形状の $H-B$ 曲線が得られ、磁気記録媒体に記録された高密度記録信号を感度よく再生できることが多くの実験で確認できた。 $H-B$ 曲線において電圧 $V_1$ と電圧 $V_2$ の振幅の変化率は $10\%$ 以上であるのが望ましく、軟磁性体膜2及び3の厚みをそれぞれ上記の範囲にすると前記振幅の変化率は $10\%$ 以上となる。

【0017】図5の（A）及び（B）はフォトリソグラフィ技術と薄膜形成技術による、本実施例の磁気ヘッドの製造方法を示す断面図である。図5の（A）において、セラミックスの基板21上に $1\mu\text{m}$ の厚みの前記と

同様の合金（ $\text{FeTaN}$ ）からなる第1の軟磁性体膜31を形成し、イオンビームエッチング法を用いて点線 $c-d$ 及び $e-f$ にはさまれた部分（以下 $Z$ 領域と呼ぶ）の第1軟磁性体膜31を除去する。これにより軟磁性体膜31の左端の残部が磁路部31Aとなる。次に、第1の軟磁性体膜31の上と $Z$ 領域に、第1の軟磁性体膜31の厚みより薄い同様の材料の第2の軟磁性体膜32を形成する。 $Z$ 領域のみに銅（ $\text{Cu}$ ）を用いて導電性金属膜1を第1の軟磁性体膜31と同程度の膜厚に形成する。そして全面に前記と同様の合金からなる、第1の軟磁性体膜31の厚みより薄い第3の軟磁性体膜33を形成する。第3の軟磁性体膜33上の図において左側部分に $\text{SiO}_2$ の絶縁膜のギャップ材8を磁気ヘッドのギャップを形成するために設ける。第3の軟磁性体膜33の上の前記 $Z$ 領域の上の部分に非磁性体部37を形成するため非磁性体の厚いレジスト膜37Aを形成する。最後に、リターンパスヨーク36となる軟磁性体膜を $1\mu\text{m}$ の厚さに形成する。磁気ヘッドを薄膜形成技術により製造できるので製造コストが低減される。

【0018】次に、図5の（A）の破線 $a-b$ から左側の部分を研磨によって取り除き図5の（B）に示す磁気ヘッドを作成した。研磨面が磁気記録媒体10との対向面30になる。

【0019】図6は、実施例1の他の構造例を示す断面図である。導電性金属膜1に高周波電流を通電すると熱が発生するが、この熱により磁気ヘッドの温度が上昇して磁気特性が変化するというおそれがある。磁気ヘッドの温度上昇を押さえるため、セラミックスの基板21の上に熱伝導性金属膜22を形成し、さらにその上に熱伝導率の高いアルミナの誘電体膜23を形成する。そして誘電体膜23の上に図5に示した各要素を形成する。この構造は熱をセラミックスの基板21に伝えて放散させて磁気ヘッドの温度上昇を抑制する上できわめて有効であった。図5の構成では、ギャップ材8としての硬い $\text{SiO}_2$ 膜と磁路部31Aが、第2の軟磁性体膜32と第3の軟磁性体膜33を挟む形になっている。特に高い再生感度を得るために磁路部31Aを $\text{FeTaN}$ で形成し、第2及び第3の軟磁性体膜32、33を $\text{FeTaN}$ より軟らかい $\text{NiFe}$ で形成する場合がある。このように、軟らかい $\text{NiFe}$ の第2及び第3の軟磁性体層32、33がそれより硬い $\text{FeTaN}$ の磁路部31Aとギャップ材8で挟まれている構成の磁気ヘッドをスライダーにとりつけて磁気記録媒体に近接させて摺動すると、 $\text{NiFe}$ の第2、第3の軟磁性体膜32、33の摩耗量が磁路部31Aの摩耗量より多く、凹みが生じることがある。この凹みに磁気記録媒体からはがれた微少な磁性粉などが入り込むと、磁気ヘッドの検出感度が大幅に低下する。これを防ぐために図7に示す様に、対向面30に第2及び第3の軟磁性体膜32、33が露出しないように、 $\text{SiO}_2$ のギャップ材8を形成する前に、第2及び第3の

軟磁性体膜32、33をイオンビームエッチング法により選択的に除去する。その結果、対向面30にはギャップ材8の硬いSiO<sub>2</sub>膜と比較的硬い磁路部31Aのみが存在することになり、磨耗による凹みの発生を防止できる。

【0020】《実施例2》本発明の実施例2について図8を用いて説明する。実施例2の磁気ヘッドは、図1に示す構成において非磁性体部7にレジスト膜7Aの代わりに銅等の導電性薄膜7Bを形成している。その他の構成は図1のものと同じである。図8は図1の磁気ヘッドの非磁性体部7に導電性薄膜7Bを設けたものの平面図である。前記導電性薄膜7Bの両端に電極端子25及び26を設けて直流電源24を接続し、導電性薄膜7Bに直流電流を通電することによって直流バイアス磁界を与える。

【0021】本実施例の磁気ヘッドの感度を更に向上させるには、図1及び図3に示す軟磁性体膜3の膜厚T3を軟磁性体膜2の膜厚T2より小さくすることが効果的である。また、図8において導電性薄膜7Bを非磁性体部7に形成する場合、有機材のレジスト膜7Aを形成する場合に比べ、熱伝導が良いので熱の放散が容易となる。前記の各実施例では、軟磁性体膜2及び軟磁性体膜3としてFeTa<sub>2</sub>Nを用いたが、高周波における実効透磁率の優れたFe系、Co系金属磁性体膜、酸化物磁性体膜等磁性体であれば使用可能である。導電性金属膜として銅を用いたが、比抵抗の小さなAu、Agなどの金属膜でもよい。また、ギャップ材8としてSiO<sub>2</sub>を用いたが、アルミナ、ガラスなどの無機質の誘電体膜でもよい。また、基板はNiTiMgのセラミック基板を用いたが、AlTiCなど他のセラミック、ガラス系材料、カーボン基板を用いてもよい。熱伝導の良好な誘電体としてアルミナを用いたが他の誘電体でもよい。熱導電性金属膜22として銅を用いたが、Au、Ag、黄銅など熱伝導度の高い金属であれば使用可能である。

【0022】

【発明の効果】本発明は上記の各実施例の説明から明らかなように、リング型高周波インピーダンスヘッドにおいて、軟磁性体の導電性金属薄膜を挟む部分の厚みを他の部分の磁性体の膜厚より薄くした結果、磁気記録媒体に記録された高密度記録信号を感度良く再生することができたもので、実用的効果が大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の磁気ヘッドの断面図

【図2】本発明の実施例1の磁気ヘッドの接続を示す図1の右側面図

【図3】実施例1の磁気ヘッドの各部の寸法を示す断面図

【図4】本発明の実施例の磁気ヘッドの特性図

【図5】(a)及び(b)は、本発明の実施例1の磁気ヘッドをフォトリソグラフィによって作製した場合の断

面図

【図6】本発明の実施例1の磁気ヘッドの、熱放散性を改善した構成を示す断面図

【図7】本発明の実施例1の磁気ヘッドの、偏磨耗を生じにくい構成を示す断面図

【図8】本発明の実施例2の磁気ヘッドの接続を示す平面図

【図9】(a)は従来のMIヘッドの使用状態を示す斜視図

10 (b)は軟磁性コアの部分拡大図

【図10】従来のMIヘッドの動作原理を示すグラフ

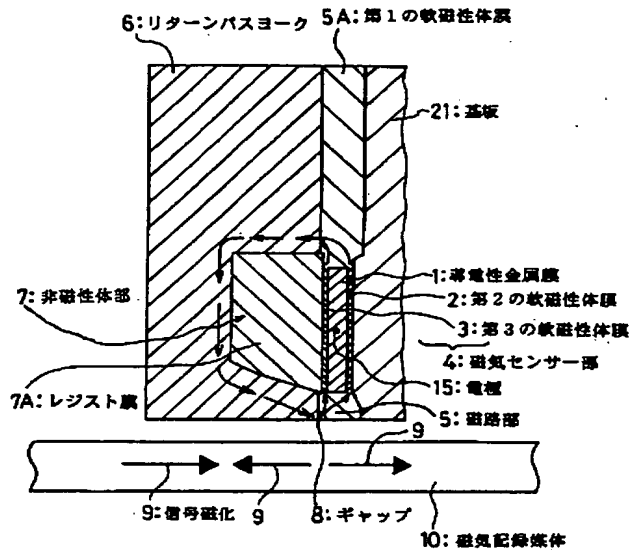
【符号の説明】

- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| 1           | 導電性金属膜             |
| 2           | 第2の軟磁性体膜           |
| 3           | 第3の軟磁性体膜           |
| 4           | 磁気センサー部            |
| 5           | 磁路部                |
| 5A          | 第1の軟磁性体膜           |
| 6           | リターンパスヨーク          |
| 20 7        | 非磁性体部              |
| 8           | ギャップ材              |
| 9           | 信号磁化               |
| 10 10       | 磁気記録媒体             |
| 11          | 高周波発振器             |
| 12          | 抵抗                 |
| 13、14、17、18 | 電極端子               |
| 15、16       | 電極                 |
| 19          | 高周波増幅器             |
| 20 20       | 直流電源               |
| 21          | 基板                 |
| 22          | 熱伝導性金属膜            |
| 23          | 誘電体                |
| 24          | 直流電源               |
| 25          | 電極端子               |
| 26          | 電極端子               |
| 30          | 対向面                |
| 31          | 第1の軟磁性体膜           |
| 32          | 第2の軟磁性体膜           |
| 33          | 第3の軟磁性体膜           |
| 40 36       | リターンパスヨーク          |
| 37          | 非磁性体部              |
| 37A         | レジスト膜              |
| 37B         | 導電性薄膜              |
| 42          | 検出導体膜              |
| 43          | トラック幅              |
| 44          | パーマロイ膜             |
| 45          | SiO <sub>2</sub> 膜 |
| 46          | 軟磁性コア              |
| 47          | 軟磁性コア              |
| 50 48       | 高周波発振器             |

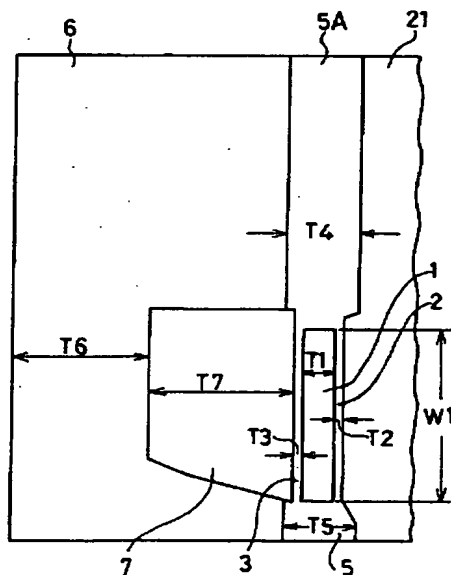
49 抵抗  
50 電流  
51 端子  
52 端子

53 磁気記録媒体  
54 磁化  
58 直流電源

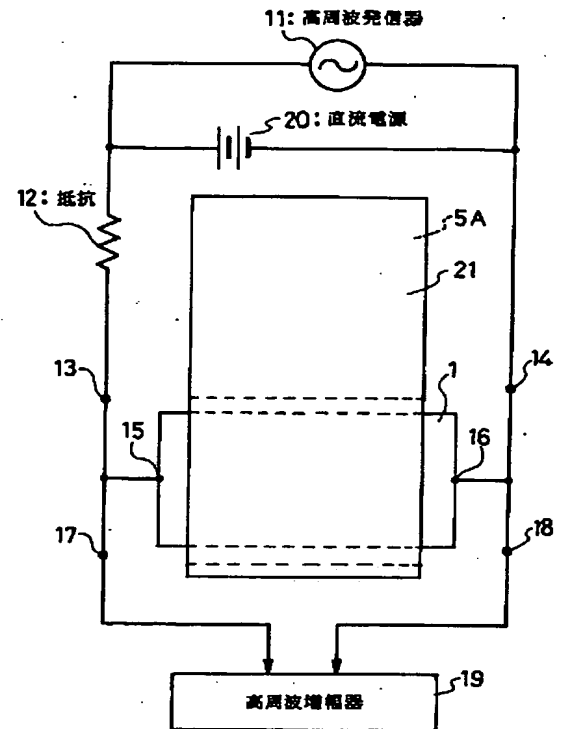
【図1】



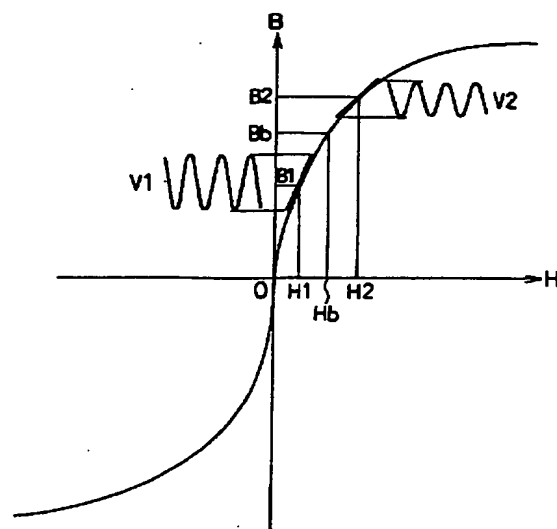
【図3】



【図2】

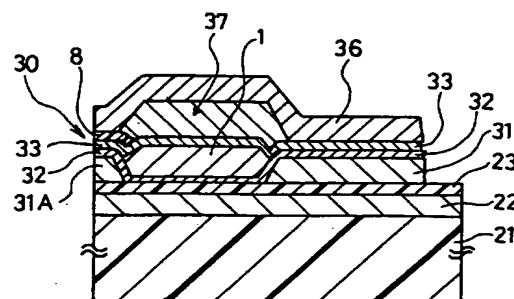


【図4】

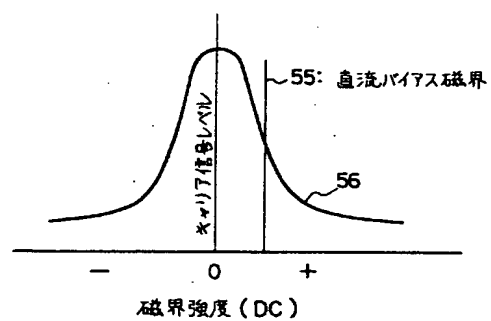




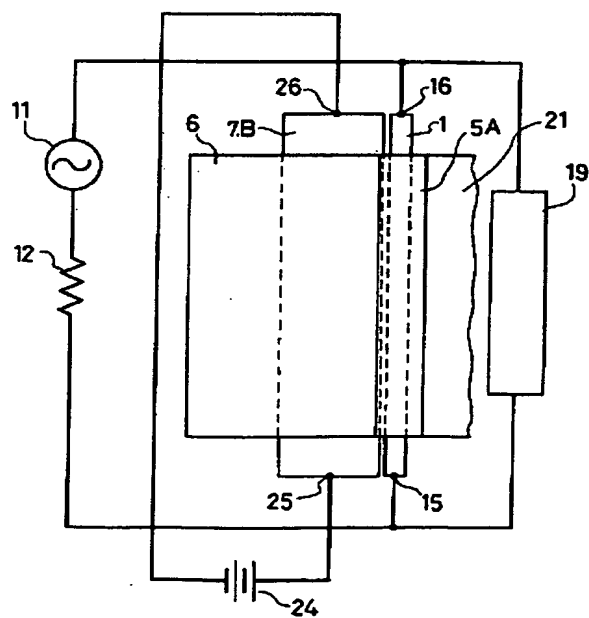
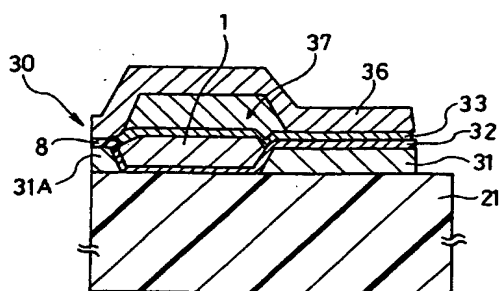
【圖 6】



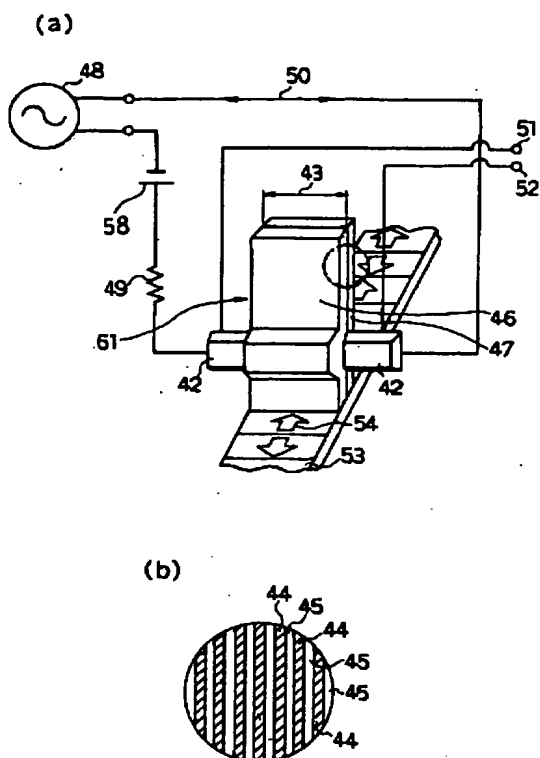
【圖 10】



【图 8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 房安 浩嗣

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 村田 明夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**